RECOMMANDATION

TUYAUX UTILISES COMME GAINES

POUR LE PASSAGE EN GAINE DES CANALISATIONS

Construction, contrôle et réhabilitation des canalisations enterrées traversant des voies de communications

Participants au groupe de travail

G. Camitz (S)
K. Dach (D)
H.E. Edwall (S)
R. Gregoor(B)
J. Gugerel (A)
F. Hofbauer (A)
F. Kuijt (NL)
A. Marbe (S)
G. Petzenhauser (A), Président du groupe de travail
I. Ragault (F
Dr. G. Reiff (D)
K. Riegel (D)
Dr. F. Stalder (CH)

© CEOCOR
c/o CIBE
rue aux Laines 70
B 1000 BRUXELLES (BELGIQUE)
Phone ++32 02 518 84 01• Fax ++32 02 518 84 30 - E-mail www.CEOCOR.lu

Recommandation

PREFACE

Cette recommandation technique pour la construction, le contrôle et la réhabilitation des conduites enterrées traversant des voies de communication a été élaborée par le secteur A du CEOCOR en collaboration avec des spécialistes compétents.

Préface 2
1. Domaine d'application 2
2. Général 2
3. Vue rétrospective 3
4. Danger de corrosion dans les gaines 4
4.1 Protection cathodique insuffisante 5
4.2.Corrosion atmosphérique dans l'espace annulaire 5
4.3. Attaque de corrosion par l'eau dans l'espace annulaire rempli d'air 6
4.4. Attaque de corrosion si l'espace annulaire est rempli de sable 7
4.5. Comportement de corrosion si l'espace annulaire est rempli d'une masse à base de ciment 7
4.6. Corrosion par courant alternatif des espaces annulaires remplis de sable ou de masses à base de ciment 7
4.7. Comportement de corrosion si l'espace annulaire est rempli de paraffine ou d'un matériel semblable 8
5. Méthodes de recherche pour l'appréciation du danger 8
5 13
6.Critères de décision pour déterminer le délai avant la mise en oeuvre de mesures de réhabilitation des passages en gaine 14
7. Réhabilitation et réparation des passages en gaine 16
7.1. Général 16
7.2. Méthodes de réparation 17
7.2.1. Elimination de la gaine 17
7.2.2. Raccourcissement de la gaine 17
7.2.3. Dégagement et supportage de la conduite 17
Remplissage de l'espace annulaire 18
7.2.4.1. REMPLISSAGE AVEC UN MORTIER DE CIMENT 18
7.2.4.2. REMPLISSAGE AVEC DE LA CIRE DE PARAFFINE 18
7.3. Protection cathodique anticorrosion à l'intérieur des gaines 18
7.4. Construction d'un nouveau passage en gaine 19
8. Recommandations pour la pose de conduites neuves avec et sans gaine 20
8.1. Général 20
8.2. Conduite en acier - sans gaine 20
8.3. Conduite en acier - gaine en béton ou en fibres-ciment 21
8.4. Conduite en acier - gaine en acier 23
8.5. Conduite en acier – gaine en plastique 23
9. Annexes 25

1. Domaine d'application

Cette recommandation est applicable à la construction des conduites enterrées traversant des voies de communication, avec ou sans fourreau, ainsi qu'au contrôle de la protection anticorrosion. Elle comprend des indications pour l'analyse du danger de corrosion dans des gaines existantes ainsi que des propositions de réhabilitation éventuelles.

2. Général

Les conduites enterrées traversant des voies de communication sont réalisées avec ou sans gaine. Les raisons pour l'utilisation de gaines sont l'existence de différents matériaux et techniques de raccordement des conduites et des aspects mécaniques anticorrosion et d'exploitation en résultant.
Outre ces aspects techniques il faut satisfaire des obligations administratives.

A l'aide de procédés nouveaux et améliorés de fonçage de tubes, des conduites peuvent être installées dans des types de sol appropriés sans endommager le revêtement et sans influencer la protection anticorrosion active et passive.

Les gaines peuvent influencer la protection cathodique des conduites. A cet effet, nous proposons de renoncer, si techniquement possible, à utiliser des gaines, quand on travaille avec des conduites qui nécessitent une protection cathodique, et au lieu de cela de poser par fonçage des conduites avec un revêtement spécial sous les voies de communication.

Les gaines peuvent être nécessaires pour des raisons techniques (p. ex. comme tube de montage ou s'il y a des formations géologiques spéciales). La protection cathodique des conduites d'acier enterrées ainsi que des conduites d'acier pour câbles à haute tension s'est avérée bonne depuis des années. Cependant, son efficacité peut être influencée par les gaines. Les gaines métalliques, utilisées autrefois, qui étaient soit non revêtues, soit munies d'un revêtement bitumineux, ne permettent pas la protection cathodique de la canalisation si un contact conducteur de courant existe entre les deux conduites. Si on utilise des gaines bien revêtues, la conduite n'a pas de protection cathodique à l'intérieur de la gaine.

Dans des gaines traversant des voies de communication l'espace annulaire peut être rempli. Comme cette méthode est appliquée de plus en plus, il semble utile de donner des indications pour le remplissage de l'espace annulaire. Le remplissage de l'espace annulaire doit permettre la protection anticorrosion de la conduite et de la surface intérieure de la

gaine. De plus, une protection durable contre une poussée verticale de la conduite doit être effectuée dans la gaine.

Au premier plan de cette recommandation est la protection anticorrosion. Les considérations générales qui ne sont pas sujet de cette recommandation, doivent inclure outre la protection de l'environnement et la sécurité de l'approvisionnement du médium pour les abonnés les pertes de médium avec toutes les conséquences possibles.

3. Vue rétrospective

Jusqu'en 1955 environ, les aspects purement de technique de canalisation étaient d'abord au premier plan lors de la construction des gaines. On n'a pas considéré la protection anticorrosion.

La construction des gaines tient compte des possibilités de travail manuel et mécanique, et de la disponibilité des matériaux et de leur et leur transformation. Dans les premières années on a utilisé des constructions en fer (illustration 1) ou en fer et en bois (illustration 2), tandis que depuis 1975 environ on est passé à des constructions en plastique combiné avec du fer (illustration 3) et ce n'était que depuis 1990 environ qu'on a développé des écarteurs faits complètement en plastique.

Les premières constructions (illustration 1) d'une gaine de 1929 étaient munies d'un dispositif de glissement avec des rouleaux d'acier. Ainsi, l'introduction de la conduite pouvait être réalisée sans grands problèmes, mais immédiatement un contact métallique s'établissait entre la conduite et la gaine. Plus tard, on est passé à des patins glissants en 'acier (illustration 5), (vraisemblablement à cause d'un coût moindre). Dans ces constructions, des corrosions sont apparues dans l'espace entre le dispositif de glissement et le métal de la conduite.
Les ancrages des gaines étaient aussi très solides (murage des bouts ainsi que coulée de bitume). Ces ouvrages remplissent encore , pour partie, leur tâche aujourd'hui.

En 1929 déjà, on a construit un palier de glissement à l'aide d'un bloc de bois (illustration 2) - on ne connaît pas les raisons exactes - ce qui a mené à une déconnexion électrique. Les patins de bois étaient fabriqués en bois dur imprégné d'un agent protecteur. On n'a pas beaucoup d'expériences de ce type de construction.

Quelques constructions montrent qu'on a construit avec beaucoup de moyens un dispositif de glissement qui cependant a soumis le revêtement à des efforts mécaniques. Ces efforts mécaniques ont mené à des fissures dans le revêtement ainsi qu'à des contacts électriques.

Même après l'introduction de la protection cathodique anticorrosion en 1955 environ, on n'a pas encore pris garde à la déconnexion électrique entre la conduite et le gaine (illustration 6)

Ce n'est qu'en 1960 qu'on a installé des écarteurs isolants dans des gaines (illustration 7). Ces patins isolants étaient fixés à l'aide de câbles en fils métalliques et de vérins à vis.

En démontant ces constructions de gaines on a trouvé les dommages suivants: à cause des grands efforts mécaniques lors de l'installation de la conduite dans la gaine, les câbles en acier se sont rompus, les patins isolants ont coincé et endommagé le revêtement, ce qui a mené par suite à des contacts métalliques entre la conduite et la gaine.

Des anneaux de patins de glissement faits de segments en plastique qui sont tenus ensemble par des vis métalliques, risquent d'arracher les vis si les efforts mécaniques sont trop grands. Ces vis peuvent mener à un contact métallique entre la conduite et la gaine.

De même, des feuillards d'acier, qui fixaient à la conduite des tubes latéraux, des câbles ou d'autres choses de ce type, ont causé des contacts métalliques.

Ce n'est que ces derniers temps qu'on produit des anneaux de patins de glissement faits de segments en plastique sans pièces métalliques. La liaison entre les segments est réalisée par des cales en plastique (illustration 4).

Même quand on a utilisé des anneaux de patins de glissement complètement en plastique, des contacts métalliques entre la conduite et le tuyau chemise sont apparus quand ces anneaux de patins glissants étaient détruits à cause de trop grands efforts mécaniques (distances trop grandes, fragilisation du matériel).

4. Danger de corrosion dans les gaines (voir annexe 1)

Le danger et les problèmes qui peuvent apparaître à cause des gaines, ont été résumés dans une étude de G. Camitz[1]. Selon le type de construction, le matériau de la gaine et le type de remplissage de l'espace annulaire, des problèmes peuvent surgir qui mènent à un danger pour la conduite. Les formes de corrosion suivantes (seules ou combinées) peuvent être dangereuses :

- protection cathodique insuffisante de la conduite dans l'espace annulaire, ainsi qu'éventuellement en dehors de la gaine

[1] G. CAMITZ : Bericht nr 63069, Kathodischer Korrosionschutz mit und ohne Mantelrohr bei Kreuzungen mit der Eisenbahn oder mit Landstraßen (1983)

- corrosion atmosphérique de la conduite dans l'espace annulaire rempli d'air
- corrosion par l'eau dans l'espace annulaire
- corrosion par courant alternatif de la conduite dans l'espace annulaire rempli de sable ou de mortier

4.1. Protection cathodique insuffisante

L'effet de la protection cathodique dans l'espace annulaire est insuffisant si l'alimentation en courant protecteur, circulant du sol par la gaine jusqu'à la conduite, est empêchée à cause de couches isolantes comme l'air, un revêtement intérieur ou des gaines en plastique.

Une protection cathodique suffisante dans des gaines en plastique ainsi que dans des gaines avec revêtement intérieur peut être atteinte à l'aide de la pose d'anodes dans l'espace annulaire rempli d'eau ou d'un électrolyte[2].

S'il y a un contact électrique entre une gaine métallique qui n'est pas revêtue et une conduite, la gaine a le même effet qu'un très grand défaut qui ne permet pas une alimentation suffisante en courant protecteur. A cause de cela la conduite dans la zone du passage en gaine n'a pas de protection cathodique suffisante. A l'intérieur de la gaine la protection cathodique de la conduite n'est pas possible.

En plus, le grand „défaut" (gaine) cause un gradient de potentiel qui peut avoir une influence défavorable sur des installations métalliques proches.

4.2. Corrosion atmosphérique dans l'espace annulaire

Une attaque de corrosion selon le mécanisme de la corrosion atmosphérique peut s'effectuer dans des gaines en acier ou en plastique, si l'espace annulaire est rempli d'air humide. Cet espace annulaire est isolé du terrain avec du plastique. L'expérience montre qu'à la longue ces dispositifs d'isolement deviennent non étanches et que l'eau pénètre dans l'espace annulaire. Une attaque par corrosion atmosphérique est possible si le revêtement de la conduite présente des défauts qui ne sont pas situés dans l'eau qui est entrée. A cause de l'eau l'humidité relative de l'air dans l'espace annulaire monte à 100 %. Ensuite une attaque par corrosion atmosphérique s'effectue à l'endroit du défaut, ce qui épuise l'oxygène dans l'espace annulaire. Ainsi, une dépression se forme qui aspire l'air ou l'eau dans l'espace annulaire.

La corrosion atmosphérique est un processus relativement lent. Selon W. Vernon[3] l'attaque de corrosion s'élève dans de l'air pur d'une humidité

---

[2] G. CAMITZ : Kathodischer Korrosionsschutz von Gasrohrleitungen in Mantelrohren, Tagungsband "40 Jahre AFK", Esseb, 1990

[3] W. VERNON, Trans. Faraday Soc. , 23 (1927) 113

relative de 100 %, à 0,22 g par m² et par jour, ce qui correspond à une attaque de 11 µm par an. Lorsque l'air est pollué on a observé avec une humidité relative plus faible des vitesses d'attaque plus élevées de 25 à 160 µm par an (4).

Cette corrosion atmosphérique est dangereuse parce qu'elle peut mener à une profondeur d'attaque jusqu'à 1 mm en 10 ans. Une protection cathodique contre cette forme de corrosion n'est pas possible.

4.3. Attaque de corrosion par l'eau dans l'espace annulaire rempli d'air

Dans la zone dans laquelle la gaine est remplie d'eau une attaque de corrosion se produit au droit des défauts du revêtement de la canalisation ainsi que dans la gaine métallique par l'oxygène dissout dans l'eau. Cette vitesse d'attaque est relativement faible et s'élève à environ 50 µm par an. Au début, l'oxygène est fourni par l'air. Lorsque tout l'oxygène est épuisé, le sulfate dissout dans l'eau et le nitrate sont réduits en sulfure et ammoniac. Comme le FeS, produit par ces réactions, est un conducteur d'électrons, il est possible qu'à cause du film de FeS un contact électrique s'établisse entre la gaine et la conduite, si le FeS connecte un défaut dans le revêtement de la canalisation avec la gaine.

L'attaque de corrosion par la phase aqueuse sur la gaine n'est pas une attaque régulière. Il faut compter avec des cratères locaux à cause de la formation d'élément de corrosion par aération différentielle, parce que l'eau ne se meut pas beaucoup dans l'espace annulaire. Localement, cet élément de corrosion par aération différentielle peut mener à des vitesses d'attaque considérablement plus élevées que 50 µm par an, de sorte que dans des conditions défavorables un percement de la gaine est possible en quelques années.

Si des défauts du revêtement de la canalisation sont situés dans l'eau, ces défauts auront probablement une protection cathodique suffisante, si la gaine est métallique et si elle n'a pas de revêtement isolant intérieur ni extérieur. Le courant protecteur cathodique circule du sol jusqu'à la gaine et ensuite à l'intérieur par l'eau pénétrée jusqu'aux défauts dans le revêtement de la canalisation. Ainsi, la gaine a une protection cathodique partielle à l'extérieur (entrée de courant). A l'intérieur ce courant sort de la gaine d'une façon concentrée aux endroits des défauts. Ainsi, avec le temps la gaine est attaquée à cet endroit.

Si la canalisation est influencée par un courant alternatif et s'il y a des eaux souterraines avec une conductivité élevée, l'apparition d'une corrosion par courant alternatif est possible (voir 4.6)

4.4. Attaque de corrosion si l'espace annulaire est rempli de sable

La vitesse d'attaque dans l'espace annulaire est fortement réduite par le sable parce que l'attaque par corrosion atmosphérique est supprimée. C'est pourquoi la formation d'une dépression et l'aspiration d'eau et d'air sont supprimées. La protection cathodique de la canalisation est maintenue dans des gaines métalliques sans revêtement intérieur; mais avec le temps une corrosion de la gaine apparaît aux endroits des défauts du revêtement de la canalisation.

4.5. Comportement de corrosion si l'espace annulaire est rempli d'une masse à base de ciment

Le mortier à base de ciment (alcalin) passive non seulement la surface intérieure de la gaine métallique mais aussi les défauts dans le revêtement de la canalisation, constituant en soi une protection anticorrosive idéale.

Mais en cas de défaut de la protection cathodique des macro éléments risquent de se former entre la surface intérieure de la gaine et de petits défauts dans le revêtement de la canalisation (voir 4.6).

4.6. Corrosion par courant alternatif dans des espaces annulaires remplis de sable ou de masses à base de ciment

Le courant protecteur peut circuler par le sable ou par la masse à base de ciment jusqu'aux défauts du tuyau, parce que les deux matériaux ont une bonne conductivité électrolytique. Quand le courant sort de la gaine dans le mortier (en face des défauts locaux) le fer se transforme en électrolyte, actif en tant que Fe^{2+} dans le sable et transpassif en tant que Fe^{3+} dans la masse à base de ciment. Aux cathodes locales l'eau est décomposée ou l'oxygène est réduit et des ions d'hydroxyle sont formés. A cause de la continuité de courant entre l'anode et la cathode, des anions se déplacent dans la zone des anodes et les cations dans la zone de la cathode. Ainsi, dans la zone de l'anode des sels de fer sont formés, dans la zone de la cathode des hydroxydes alcalins et alcalino-terreux sont formés. Les deux groupes de sel sont fortement hygroscopiques ce qui forme un trajet de courant de basse impédance entre la canalisation et la gaine enterrée.

Dans des canalisations sous influence d'un courant alternatif, par ces chemins de courant de basse impédance des courants alternatifs peuvent circuler avec une telle densité de courant, qu'il faut compter avec des dommages de corrosion par courant alternatif.

Selon Dach (5) des dommages de corrosion, subis par la canalisation dans la zone de la gaine, ont été constatés par racleurs instrumentés. Une mesure préventive contre cette corrosion consiste à raccorder la canalisation à la gaine par une unité compensatrice (drainage de basse impédance du courant alternatif, blocage de courant continu).

4.7. Comportement en corrosion si l'espace annulaire est rempli de paraffine ou d'un matériel semblable

A condition qu'un remplissage complet et durable de l'espace annulaire avec un plastique convenable soit possible, c'est-à-dire qu'une séparation complète avec l'électrolyte est obtenue, aucune corrosion de la conduite ne peut apparaître.

5.Méthodes de recherche pour l'appréciation du danger

5.1.Contact entre la gaine et la conduite

S'il y a un contact métallique entre la gaine et la conduite, la conduite n'est pas cathodiquement protégée à l'intérieur de la gaine.

La vérification qui peut être très difficile, est possible si on combine les méthodes suivantes:

- mesure de potentiel

- mesure de résistance

- mesure de courant de court-circuit

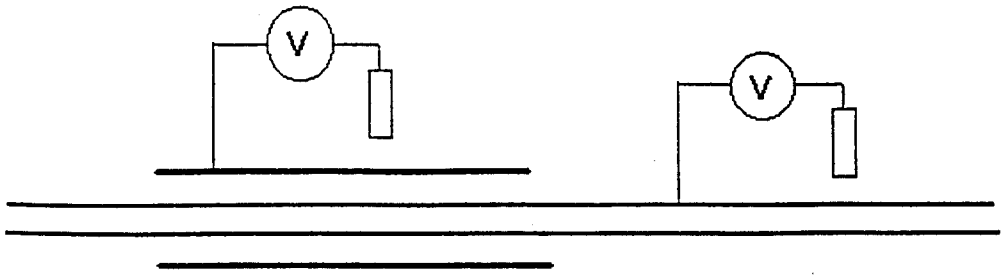
- essai d'injection de courant

Plus les résultats des mesures consécutives et éventuellement supplémentaires (voir le manuel de CEOCOR de la technique de mesure pour la protection anticorrosive cathodique) indiquent toutes la présence d'un contact, plus grande est la certitude qu'il y a un contact entre la conduite et la gaine. Si des conclusions claires ne sont pas possibles, il faut contrôler le câblage du point de mesure.

5.1.1. Mesure de potentiel

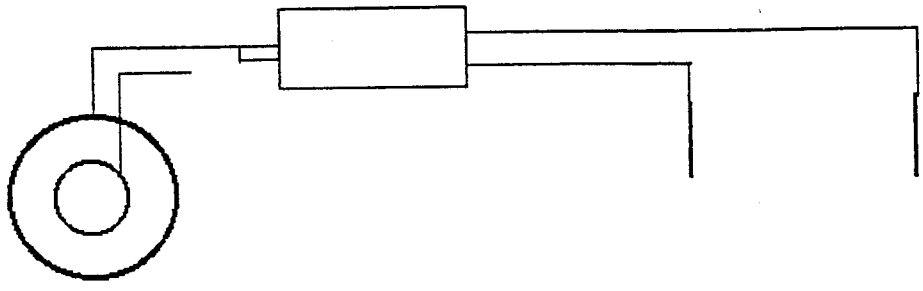
Le potentiel entre le sol et la gaine et celui entre la conduite et le sol sont mesurés. Si tous les deux ont environ la même grandeur, cela peut signaler un court-circuit entre la conduite et la gaine.

Cette méthode peut être étendue en répétant les mesures de potentiel à une distance de 20 mètres et de 40 mètres du passage en gaine.



5.1.2. Mesure des résistances de propagation

Les résistances de la prise de terre de la gaine et de la conduite sont mesurées. Si toutes les deux ont environ la même grandeur, cela peut signaler un court-circuit entre la conduite et la gaine.



5.1.3. Mesure de résistance

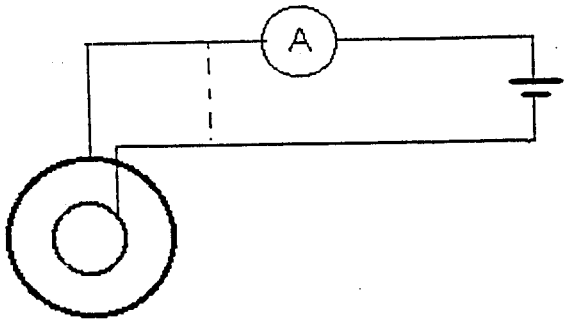
La résistance entre la conduite et la gaine est mesurée. Si la résistance mesurée est inférieure à 0,5 Ω, cela peut signaler un court-circuit entre la conduite et la gaine.

5.1.4. Mesure de courant de court-circuit

D'abord le courant de court-circuit d'une source de tension continue auxiliaire est mesuré par le câble d'alimentation. Puis un câble d'alimentation est raccordé à la gaine, et un autre à la conduite; le courant est mesuré encore une fois.

Si ce courant n'est qu'une fraction du courant de court-circuit , cela veut dire que les deux conduites n'ont pas de contact métallique.

Si les deux courants ont environ la même grandeur, cela peut indiquer un court-circuit entre la conduite et la gaine.

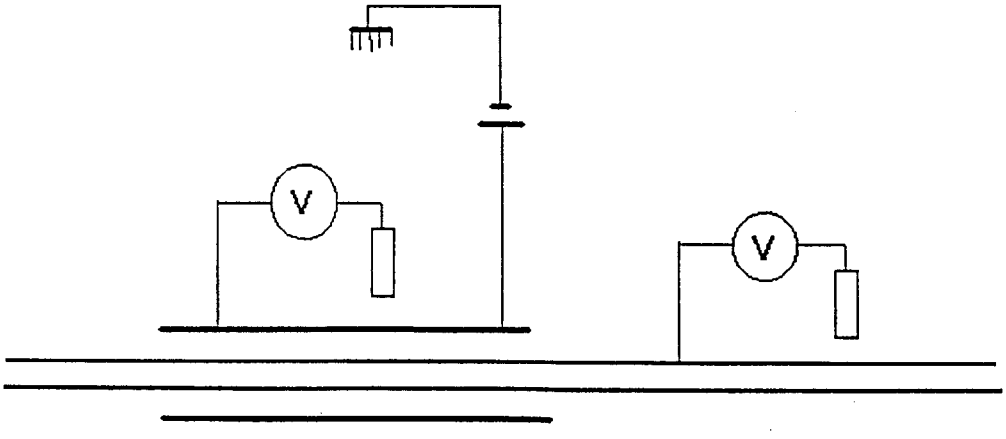


5.1.5. Essai d'injection de courant

Le but de cette méthode est de changer le potentiel de la gaine par rapport à celui de la conduite. Le pôle positif de la source de tension continue auxiliaire est raccordé à la gaine, le pôle négatif à une structure métallique distante et indépendante. Un courant anodique faible est ensuite injecté dans la gaine.

S'il y a une résistance électrique entre la gaine et la conduite, le potentiel de la gaine sera considérablement plus positif que celui de la conduite.

S'il y a un court-circuit métallique, les potentiels du sol de la gaine et de la conduite sont déplacés d'environ la même amplitude.



5.2. Localisation du lieu de contact

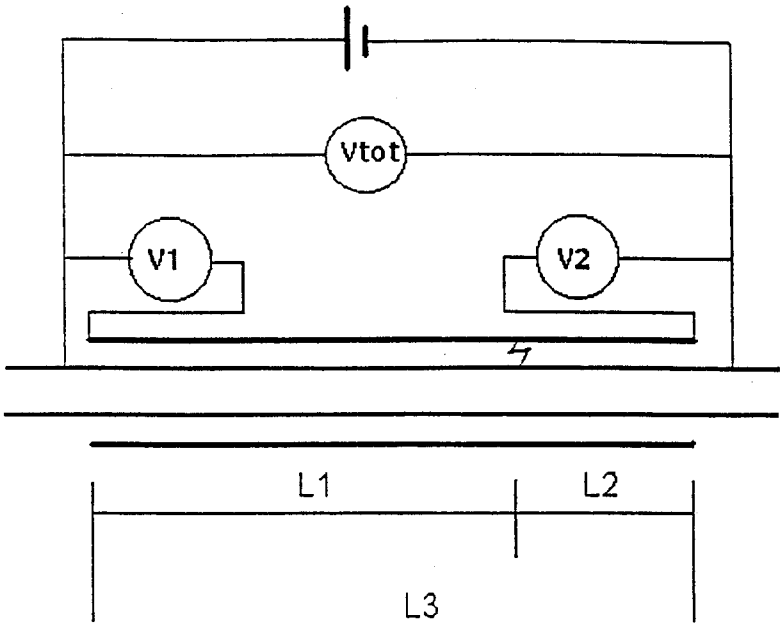
Si un contact était prouvé à l'aide des méthodes de mesure mentionnées au 5.1, le lieu de contact peut être localisé par les méthodes suivantes :

5.2.1. Méthode de division de potentiel

Une source de tension continue auxiliaire est raccordée à la conduite des deux côtés de la gaine (distance L3). La tension entre ces deux points est mesurée (V_{tot}). Les tensions entre les deux points d'alimentation et la gaine sont également mesurées (V1 et V2).

Les potentiels mesurés V1 et V2 sont à V3 comme les distances L1 et L2 à L3.

La distance du contact par rapport à l'un ou à l'autre côté en peut être calculée.

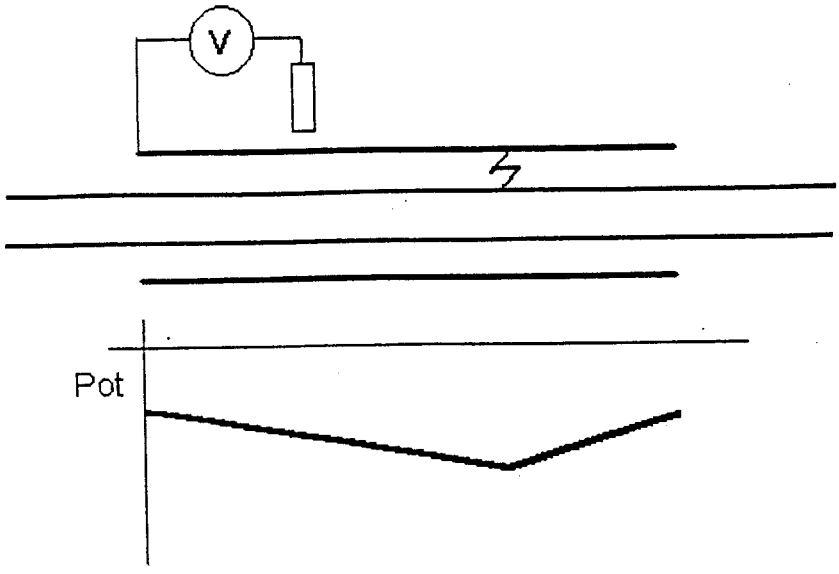


$$Vtot/L3=V1/L1+V2/L2$$

5.2.2. Méthode d'entonnoir de potentiel

La protection anticorrosive cathodique étant enclenchée, le potentiel entre le sol et la gaine est mesuré le long de la gaine, tantôt raccordé à l'un côté, tantôt à l'autre côté de la gaine.

Au lieu de contact les courbes de potentiel entre sol et gaine montreront un maximum négatif (zone mV) à cause de la chute de tension dans la gaine.



5.3. Remplissage de l'espace annulaire - défauts dans le revêtement de la conduite

Si la conduite a une protection cathodique, le courant protecteur cathodique circule jusqu'à la surface extérieure de la gaine, traverse le métal de la gaine, sort de la surface intérieure de la gaine (de cette manière la gaine est attaquée à l'intérieur !) et pénètre par l'électrolyte (remplissage de l'espace annulaire conducteur du courant) jusqu'à la surface de la conduite et exerce aux endroits des défauts du revêtement de la conduite une protection cathodique, ce qui peut être mesuré et contrôlé par la polarisation de la conduite.

Selon le changement de potentiel de la gaine et de la conduite lors de l'enclenchement et du déclenchement de la protection anticorrosive cathodique (voir méthode de mesure 5.1.1) on peut tirer les conclusions suivantes:

5.3.1. Milieu conducteur du courant dans l'espace annulaire et défauts dans le revêtement

Si lors de l'enclenchement de la protection anticorrosion cathodique le potentiel entre le sol et la conduite montre un grand déplacement négatif de potentiel et celui de la gaine montre un petit déplacement négatif de potentiel (résonance), cela veut dire qu'il y a un milieu médium conducteur du courant dans l'espace annulaire (sable, masse à base de ciment) et des défauts dans le revêtement de la conduite et de la gaine.

La conduite est aussi protégée cathodiquement dans la zone de la gaine.

5.3.2. Milieu non-conducteur du courant dans l'espace annulaire et/ou revêtement sans défauts

S'il n'y a pas mise en résonance de la gaine, cela peut signifier un revêtement sans défauts de la gaine et/ou de la conduite et/ou un milieu non-conducteur du courant dans l'espace annulaire (air, masse plastique).

La conduite n'est pas protégée cathodiquement dans la zone de la gaine. Mais elle ne corrodera que s'il y a des défauts dans le revêtement de la conduite combinés avec une grande humidité de l'air dans l'espace annulaire (voir 4.2).

6.Critères de décision pour déterminer le délai avant la mise en oeuvre de mesures de réhabilitation des passages en gaine.

Les critères de décision suivants sont fondés sur le niveau de mise en danger potentielle de l'exploitation en sécurité de la canalisation ainsi que sur les risques de sécurité pour l'environnement.

Pour minimiser le plus possible les dépenses financières des mesures de réhabilitation, il faut d'abord déterminer le danger potentiels à l'aide des méthodes de mesure selon les chapitres 4 et 5.

Nous savons par expérience que lors de la réhabilitation des gaines traversant des voies de communication, la conduite ne montre pas d' attaques de corrosion très importantes soit même ne subit pas d'attaques de corrosion du tout. Les causes de cela peuvent être des fautes lors de la prise et de l'exploitation des mesures décrites dans le chapitre 5, ainsi que son interprétation en considération du chapitre 4. Si, bien qu'un contact métallique soit clairement constaté à l'aide de la technique de mesure et que ce contact soit découvert aussi lors de l'ouverture, l'étendue du dégât n'est pas désastreuse, il faut supposer en considération du chapitre 4 qu'il n'y avait pas de conditions favorisant la corrosion dans ce système. A cause de cela il faut faire remarquer encore une fois que, s'il y a un contact métallique, les conditions se présentent comme un „Black Box". Pour mieux clarifier les conditions réelles, des mesures comme le déblayage des lieux d'entrée de la conduite de produit ou de la gaine et l'inspection de l'espace annulaire sont nécessaires.

C'est pourquoi, la réalisation et l'interprétation des investigations à l'aide des mesures prennent une grande signification. Il en résulte que ces analyses, qui semblent être faciles, doivent être réalisées seulement par des personnes qualifiées qui disposent de beaucoup d'expérience.

A l'issue de toutes les recherches à l'aide des mesures et de leur interprétation, il faut que la personne responsable apprécie le niveau de mise en danger de la conduite dans sa traversée de la gaine.

En principe, trois catégories d'estimation en résultent:

Catégorie 1	Contact direct, avec conductibilité métallique entre la conduite et la gaine;	protection cathodique de la conduite pas effective !	Réhabilitation avant 2 ans après la connaissance des désordres.
Catégorie 2:	Mise en résonance de la gaine ; différence entre potentiel sol-conduite et potentiel gaine-conduite ΔU=<100mV	efficacité de la protection cathodique de la conduite fortement restreinte. Corrosion par influences atmosphériques et/ou niveaux différents d'électrolyte dans l'espace annulaire	Réhabilitation avant deux à cinq ans après connaissance des désordres.
Catégorie 3:	Mise en résonance de la gaine ; différence entre potentiel sol-conduite et potentiel gaine-conduite ΔU=>100mV	efficacité de la protection cathodique de la conduite restreinte	Réhabilitation avant cinq à dix ans après la connaissance des désordres

Il faut partir du fait qu'il faut faire des investigations à l'aide de mesure des passages en gaine tous les deux ans et que des dépassements des délais recommandés avant réhabilitation aggravent le risque d'exploitation.

Il est nécessaire de noter les informations. Vous trouverez une proposition pour la documentation dans l'appendice 2.

7. Réhabilitation et réparation des passages en gaine

7.1. Général

L'objectif des mesures de réhabilitation est de supprimer ou de réduire à une limite justifiable un danger constaté pour l'exploitation sans perturbation d'une conduite. Lors du choix des mesures de réhabilitation, il faut considérer une relation optimale entre les frais et le bénéfice.

Chaque cas est un cas individuel. Voilà la raison pour laquelle une solution globale pour la réhabilitation n'existe pas.

Ci-après, les méthodes de réhabilitation les plus fréquentes sont présentées avec une liste des avantages et désavantages respectifs. Mais une combinaison des méthodes individuelles peut aussi atteindre le but.

7.2. Méthodes de réparation

7.2.1. Elimination de la gaine

La gaine est dégagée et coupée en morceaux avec des instruments spéciaux. Puis le revêtement de la conduite est réparé ou, si nécessaire, refait à neuf.

Avantage :
- la meilleure solution de point de vue technique parce que la gaine est éliminée.

Désavantages :
- le dégagement de la gaine n'est pas toujours possible (autoroutes, voies ferrées,...)
- beaucoup d'effort et coûteux

7.2.2. Raccourcissement de la gaine

S'il y a un contact entre la conduite et la gaine à l'extrémité de la gaine, on creuse, on découpe un morceau de la gaine et on élimine ainsi le contact.

Avantages:
- applicable presque toujours
- relativement peu de frais

Désavantages:
- le contact peut à nouveau se produire si les conditions de sol sont défavorables
- utilisable seulement s'il y a un contact en extrémité de la gaine

7.2.3. Dégagement et supportage de la conduite

La conduite est dégagée dans la zone du passage en gaine et soulevée jusqu'à ce que le contact soit éliminé. La conduite est fixée dans cette position par étayage.

Avantages:
- applicable presque toujours
- relativement peu de frais

Désavantages:
- utilisable seulement s'il y a un contact en extrémité de gaine
- problématique dans des conditions de sols défavorables

7.2.4. Remplissage de l'espace annulaire

7.2.4.1. REMPLISSAGE AVEC UN MORTIER DE CIMENT

L'espace annulaire entre la conduite et la gaine est rempli de sable, d'un mortier de ciment ou de matériaux analogues. Cela peut être réalisé en passant par les extrémités de la gaine ou à la rigueur par les gaines de ventilation existantes.

Avantage :
- relativement facile et pas cher

Désavantages:
- le succès de la réhabilitation est douteux
- danger de formation de macro-éléments entre deux zones dans la gaine

7.2.4.2. REMPLISSAGE AVEC DE LA CIRE DE PARAFFINE

L'espace annulaire est rempli de matériaux de type paraffine.

Avantage :
- relativement facile à remplir

Désavantages:
- produit très coûteux
- le succès de la réhabilitation est douteux
- fluage sous compression
- pas d'expériences pratiques actuellement

7.3. Protection cathodique anticorrosion à l'intérieur des gaines

Par la mise en place de rubans de magnésium ou de zinc en tant qu'anodes dans l'espace annulaire, la conduite peut avoir une protection cathodique même à l'intérieur de la gaine.

Avantage :
- relativement peu cher

Désavantages :
- presque exclusivement utilisable dans des gaines récemment posées
- électrolyte nécessaire dans l'espace annulaire
- difficile d'analyser le résultat de la mesure

7.4. Construction d'un nouveau passage en gaine

A côté d'un passage en gaine endommagé un nouveau passage est construit selon chapitre 8. et raccordé à la conduite existante.

Avantage :
- bonne solution du point de vue technique

Désavantages :
- très coûteux
- il faut mettre 'hors service' la conduite

8. Recommandations pour la pose de conduites neuves avec et sans gaine

8.1. Général

Dans la phase de projet, les poseurs de conduites et les spécialistes de la protection anticorrosive doivent concevoir en commun la protection mécanique et cathodique pour toutes les traversées de conduites.

D'après les expériences des années récentes, l'effet de protection mécanique recherché par les gaines était surestimé.

Comme les gaines causent des problèmes en ce qui concerne la protection anticorrosion cathodique, il est recommandé de renoncer à l'utilisation de gaines lors de la pose de conduites en acier neuves.

Si on ne peut pas renoncer à l'utilisation de gaine (p.e. obligation administrative, réclamation du propriétaire des voies de communication, géologie, hydrologie), pour des conduites avec protection cathodique des gaines en béton ou en fibre-ciment sont à préférer.

Normalement, la pose de conduites traversant des voies de communication (p.e. voies ferrées, routes, voies fluviales) n'est pas réalisée en tranchée ouverte.

La réalisation de passages à l'aide du procédé de poussée (forage, fonçages,..) ne doit pas laisser d'espaces vides.

Dans la zone de traversée des voies de communication la possibilité de mesurer l'efficacité de la protection anticorrosion cathodique est à réaliser suivant les prescriptions de l'EN pour l'acier (installation de points de mesure,...)

8.2. Conduite en acier - sans gaine

La pose d'une conduite en acier traversant des voies de communication sans gaine est réalisée principalement par le procédé de fonçage. Le choix du type de procédé de fonçage dépend des conditions géologiques et hydrologiques ainsi que de l'état du sous-sol.

Le revêtement de la conduite ne doit pas être endommagé de façon inacceptable lors de la pose par le procédé de fonçage.

Des revêtements ultérieurs (soudures, couvertures de défauts,...) doivent pouvoir supporter les contraintes du procédé de fonçage.

Pour la protection mécanique du revêtement de la conduite (revêtement en usine ou revêtement ultérieur) la conduite revêtue peut être aussi munie d'une couche de mortier de ciment fibreux.

Après le fonçage de la conduite et avant le raccordement de la conduite au reste du système de canalisation il faut contrôler la qualité du revêtement de la conduite par un essai d'injection de courant..

Dispositif de la mesure : voir appendice 3.

Description de la mesure : voir appendice 4.

Il faut noter les résultats de la mesure dans un protocole et confirmer les valeurs mesurées.
Modèle d'un protocole de mesure : voir appendice 5.

8.3. Conduite en acier - gaine en béton ou en fibres-ciment

Si la conduite est sous protection cathodique, celle-ci doit aussi être efficace à l'intérieur de la gaine dans la zone où la conduite traverse des voies de communication. Cela est obtenu si on utilise des gaines en béton ou en fibres-ciment qui ne doivent être revêtues ni à l'intérieur, ni à l'extérieur et dont l'espace annulaire est rempli d'un électrolyte (sable, béton maigre,...). Dans ce cas, des vides ne doivent pas apparaître.

Si le remplissage de l'espace annulaire n'est pas prévu, il faut étancher les deux extrémités de la gaine par des mesures appropriées pour que la pénétration d'électrolyte soit le plus possible empêchée.

S'il n'y a pas d'autres obligations administratives, il est recommandé de laisser dépasser la gaine de 0,75 m au moins dans la fosse d'entrée et dans celle de sortie du tuyau.

L'installation de la conduite dans la gaine doit être effectuée avec des patins glissants réalisés en matériau non-conducteur du courant (p.e. polyéthylène, polypropylène). Cela garantit que le revêtement de la conduite n'est pas endommagé lors de l'installation dans la gaine..

Les segments individuels des patins glissants sont assemblés en anneaux (sans matériaux métalliques comme des vis, des rubans,...) et placés tout autour de la conduite.

Pour l'installation correcte de la conduite, y compris les patins glissants et le remplissage sûr de l'espace annulaire avec un électrolyte, il faut respecter pour des conduites de DN $\leq$ 400 une différence de 100 mm et dans des conduites de DN > 400 une différence de 200 mm entre le diamètre extérieur de la conduite et le diamètre intérieur de la gaine.

Avant le montage des segments des patins glissants il faut que l'absence de pores du revêtement de la conduite (revêtement en usine et revêtement ultérieur) soit contrôlée selon les exigences de EN 10285 à 10290.

Avant l'installation de la conduite dans la gaine il faut nettoyer sa surface intérieure.

Il faut que la surface intérieure de la gaine soit lisse et ne montre pas d'enfoncements ou de saillie qui pourraient endommager le revêtement ou les patins glissants lors de l'installation.

Il faut placer les anneaux des patins glissants sur la conduite de sorte qu'un anneau soit situé à 0,3 m au maximum avant l'extrémité de la gaine..

La distance entre les autres anneaux des patins glissants dépend du poids de la conduite ainsi que du milieu transporté (ainsi qu'éventuellement de la poussée hydraulique lors de l' essai de pression.

≤ DN 100 distance pas plus grande que 2,0 m
> DN 150 distance pas plus grande que 1,5 m

Pour éviter un endommagement du revêtement de la conduite aux extrémités de la gaine, il faut appuyer la conduite contre la gaine par l'intermédiaire d'un berceau en matériau non-conducteur électriquement.

Après l'installation de la conduite dans le tuyau-chemise il faut contrôler si un contact électrique s'est formé entre la conduite et les éléments de construction métalliques de la gaine.

Lorsque les gaines sont posées en pente cela facilite la mise en place du matériau de remplissage.

Lors du remplissage de l'espace annulaire il faut prendre garde à ce que la conduite reste dans sa position.

Les exigences relatives au matériau de remplissage sont:

- bon écoulement pendant la mise en place
- perméabilité faible
- pas de changement de volume lors du durcissement
- traitement pour assurer la durabilité
- pas d'agressivité contre le fer
- conductibilité électrolytique
- si les matériaux de remplissage sont constitués de plusieurs composants, il faut garantir des mélanges homogènes. Jusqu'au durcissement l'homogénéisation du mélange ne doit pas changer.

Si l'espace annulaire est rempli d'une masse à base de ciment, l'acier est passivé par l'alcanité (valeur pH entre 11 - 13).

Après le remplissage de l'espace annulaire mais avant l'incorporation de la conduite dans le reste du système de conduites il faut contrôler la qualité du revêtement de la conduite par un essai de soutirage (voir aussi appendice 1).

Il faut noter les résultats de la mesure et confirmer les valeurs mesurées (voir appendice 3).

8.4. Conduite en acier - gaine en acier

Dans des cas exceptionnels il peut être nécessaire d'utiliser des gaines en acier.

Pour garantir l'efficacité de la protection anticorrosion cathodique à l'intérieur de la gaine, les mesures suivantes sont absolument nécessaires lors de l'installation de conduites en acier dans des gaines en acier.

Les gaines en acier ne doivent pas avoir de revêtement extérieur ou intérieur, ou doivent être reliées à la terre.

Il faut munir la conduite d'une protection passive suffisante (revêtement).
Il faut contrôler l'absence de pores du revêtement.

Il faut remplir l'espace annulaire d'un matériau électrolytique.

La protection anticorrosion cathodique n'est pas efficace s'il y a un contact métallique entre la conduite et la gaine ou si l'espace annulaire n'est pas rempli d'un matériau électrolytique.

Après l'achèvement de la conduite il faut noter pour un contrôle ultérieur la différence de potentiel, le courant de court-circuit ainsi que la résistance entre la conduite et la gaine en tant que valeur de référence.

A part cela, les exigences en ce qui concerne le montage et le contrôle sont applicables selon 8.3.

8.5. Conduite en acier - gaine en plastique

Si la conduite a une protection cathodique celle-ci n'est pas efficace à l'intérieur de la gaine.

Pour que la protection cathodique soit efficace aussi à l'intérieur de la gaine il faut poser des anodes dans l'espace annulaire de la gaine (voir 7.3).

Puis il faut absolument remplir l'espace annulaire avec un matériaul électrolytique de sorte que le courant protecteur puisse atteindre les endroits des défauts du revêtement de la conduite.

Pour contrôler l'efficacité de la protection anticorrosion cathodique de la conduite à l'intérieur de la gaine remplie, il est recommandé de poser des électrodes de comparaison, des coupons de mesure ou des échantillons de mesure.

Les exigences relatives au matériau de remplissage sont:

- bon écoulement pendant le remplissage
- perméabilité faible
- pas de changement de volume lors du durcissement
- possibilité durable de traitement (longévité)
- pas d'agressivité contre le fer
- conductibilité électrolytique
- si des matériaux de remplissage sont constitués de plusieurs composants, il faut obtenir des mélanges homogènes. L'homogénéité du mélange ne doit pas changer jusqu'au durcissement.

Si la protection anticorrosion cathodique de la conduite n'est pas nécessaire, il n'est pas nécessaire non plus de remplir l'espace annulaire. Il faut étancher les deux extrémités de la gaine par des mesures appropriées de sorte que la pénétration d'électrolyte soit largement empêchée.

A part cela, les exigences en ce qui concerne le montage et le contrôle sont applicables selon 8.3.

9. Annexes

Danger de corrosion et contrôle des gaines de différents types, des conduites et des milieux de remplissage de l'espace annulaire

Principe

Pour qu'une conduite puisse se corroder, il faut que le revêtement soit endommagé localement.

Abréviations pour la conduite et la gaine

spcc : sans protection contre la corrosion
apcc : avec protection contre la corrosion
scl : sans conductibilité longitudinale
acl : avec conductibilité longitudinale
sc : sans couche
ari : avec revêtement intérieur
are : avec revêtement extérieur
arie : avec revêtement intérieur et extérieur
c : conduite
G : gaine
corr.atm : corrosion atmosphérique
corr.gén : corrosion superficielle générale
corr.loc : corrosion locale de défauts de revêtement
prise de terre : seulement s'il y a une prise de terre

Remplissage de l'espace annulaire

A : air avec une humidité relative <80%
A+E : air et eau, étanchéité inétanche de l'espace annulaire
mcl : masse à base de ciment
mp : masse petrolatum

Danger de corrosion / vitesse d'attaque

g : vitesse d'attaque > 0,1mm/a
m : vitesse d'attaque entre 0,004 mm/a et 0,1 mm/a
k : vitesse d'attaque < 0,004 mm/a
0 : vitesse d'attaque = 0
- : indéfini

Contrôle

résonance : électrolyte dans l'espace annulaire ?
contact : contact entre C et G ?
Ft : contrôle avec furet intelligent

Il n'y a pas de danger de corrosion pour les conduites dans l'espace annulaire, si l'humidité relative dans l'espace annulaire est inférieure à 80 %.

Il n'y a pas de danger de corrosion pour les conduites dans l'espace annulaire si l'espace annulaire est rempli de cère petrolatum, de telle sorte que l'eau ne puisse pas y pénétrer.

Conduite	Gaine	Espace Annulaire	Corrosion C forme	vitesse	Corrosion G	Contrôle
métal spcc, acl	acier, sc	A+E	corr.atm-corr.gén	m*)	corr.atm-corr.gén	résonance/contact
métal spcc, acl	acier, ari	A+E	corr.atm-corr.gén	m*)	corr.atm-corr.loc	résonance/contact
métal spcc, acl	acier, are	A+E	corr.atm-corr.gén	m*)	corr.atm-corr.gén	résonance/contact
métal spcc, acl	acier, arie	A+E	corr.atm-corr.gén	m*)	corr.atm-corr.loc	résonance/contact
métal spcc, acl	béton	A+E	corr.atm-corr.gén	m*)	0	?
métal spcc, acl	ciment fibreux	A+E	corr.atm-corr.gén	m*)	0	?
métal spcc, acl	plastique + B24	A+E	corr.atm-corr.gén	m*)	0	?
métal spcc, scl	acier, sc	A+E	corr.atm-corr.gén	m*)	corr.atm-corr.gén	?
métal spcc, scl	acier, ari	A+E	corr.atm-corr.gén	m*)	corr.atm-corr.loc	?
métal spcc, scl	acier, are	A+E	corr.atm-corr.gén	m*)	corr.atm-corr.gén	?
métal spcc, scl	acier, arie	A+E	corr.atm-corr.gén	m*)	corr.atm-corr.loc	?
métal spcc, scl	béton	A+E	corr.atm-corr.gén	m*)	0	?
métal spcc, scl	ciment fibreux	A+E	corr.atm-corr.gén	m*)	0	?
métal spcc, scl	plastique	A+E	corr.atm-corr.gén	m*)	0	?
métal, apcc, acl, ac	acier, sc	A+E	corr.atm-non	m*)	corr.atm-corr.gén	résonance/contact
métal,apcc, acl, ac	acier, ari	A+E	corr.atm-non	m*)	corr.atm-corr.loc	résonance/contact
métal, apcc, acl, ac	acier, are	A+E	corr.atm- non (prise de terre)	m*)	corr.atm-corr.gén (prise de terre)	résonance/contact
métal, apcc, acl, ac	acier arie	A+E	corr.atm-non (prise de terre)	m*)	corr.atm-corr.loc (prise de terre)	résonance/contact
métal, apcc, acl, ac	béton	A+E	corr.atm-non	m*)	0	?
métal, apcc, acl, ac	ciment fibreux	A+E	corr.atm-non	m*)	0	?
métal, apcc, acl, ac	plastique	A+E	corr.atm-corr.loc	m*)	0	?

*) Si des sulfates ou des nitrates, qui peuvent également être réduits, sont dissous dans l'eau, la vitesse de corrosion peut dépasser 0,1 mm par an (action des bactéries réduisant les sulfates).

Conduite	Tuyau-chemise	Espace annulaire	Corrosion C		Corrosion TC	Contrôle
			forme	vitesse		
métal, spcc, acl	acier, sc	sable	corr.moyenne	m	corr.moyenne	résonance / contact
métal, spcc, acl	acier, ari	sable	corr.moyenne	k	corr.loc	résonance / contact
métal, spcc, acl	acier, are	sable	corr.moyenne	m	corr.moyenne	résonance / contact
métal, spcc, acl	acier, arie	sable	corr.moyenne	k	corr.loc	résonance / contact
métal, spcc, acl	béton	sable	corr.moyenne	k	non	?
métal, spcc, acl	ciment fibreux	sable	corr.moyenne	k	non	?
métal, spcc, acl	plastique	sable	corr.moyenne	k	non	?
métal, spcc, scl	acier, sc	sable	corr. peu élevée	k	corr.moyenne	?
métal, spcc, scl	acier, ari	sable	corr. peu élevée	k	corr.loc	?
métal, spcc, scl	acier, are	sable	corr. peu élevée	k	corr.moyenne	?
métal, spcc, scl	acier, arie	sable	corr. peu élevée	k	corr.loc	?
métal, spcc, scl	béton	sable	corr. peu élevée	k	non	?
métal, spcc, scl	ciment fibreux	sable	corr. peu élevée	k	non	?
métal, spcc, scl	plastique	sable	corr. peu élevée	k	non	?
métal, apcc, acl, ac	acier, sc	sable	non	0*)	corr.gén	résonance / contact
métal, apcc, acl, ac	acier, ari	sable	non	k*)	corr.loc	résonance / contact
métal, apcc, acl, ac	acier, are	sable	non	k	corr.gén (prise de terre)	résonance / contact
métal, apcc, acl, ac	acier, arie	sable	non	k	corr.loc (prise de terre)	résonance / contact
métal, apcc, acl, ac	béton	sable	non	0	non	?
métal, apcc, acl, ac	ciment fibreux	sable	non	0	non	?
métal, apcc, acl, ac	plastique	sable	corr.loc	k	non	?

*) Si la conduite est influencée par un courant alternatif avec des densités de courant > 30 A/m² une corrosion par courant alternatif peut apparaître aux lieux des défauts du revêtement de la conduite.

Conduite	Tuyau-chemise	Espace annulaire	Corrosion C		Corrosion TC	Contrôle
			forme	vitesse		
métal, spcc, acl	acier, sc	mc	non	0	non	non
métal, spcc, acl	acier, ari	mc	non	0	non	non
métal, spcc, acl	acier, are	mc	non	0	non	non
métal, spcc, acl	acier, arie	mc	non	0	non	non
métal, spcc, acl	béton	mc	non	0	non	non
métal, spcc, acl	ciment fibreux	mc	non	0	non	non
métal, spcc, acl	plastique + B71	mc	non	0	non	non
métal, spcc, scl	acier, sc	mc	non	0	non	non
métal, spcc, scl	acier, ari	mc	non	0	non	non
métal, spcc, scl	acier, are	mc	non	0	non	non
métal, spcc, scl	acier, arie	mc	non	0	non	non
métal, spcc, scl	béton	mc	non	0	non	non
métal, spcc, scl	ciment fibreux	mc	non	0	non	non
métal, spcc, scl	plastique	mc	non	0	non	non
métal, apcc, acl, ac	acier, sc	mc	non	*)	non	non
métal, apcc, acl, ac	acier, ari	mc	non	*)	non	non
métal, apcc, acl, ac	acier, are	mc	non	0	non	non
métal, apcc, acl, ac	acier, arie	mc	non	0	non	non
métal, apcc, acl, ac	béton	mc	non	0	non	non
métal, apcc, acl, ac	ciment fibreux	mc	non	0	non	non
métal, apcc, acl, ac	plastique	mc	non	0	non	non

*) Si la conduite est influencée par un courant alternatif avec des densités de courant > 30 A/m² une corrosion par courant alternatif peut apparaître aux lieux des défauts du revêtement de la conduite.

Données pour la préparation de la réhabilitation des gaines traversant des voies de communication

1. Dénomination

2. Localisation

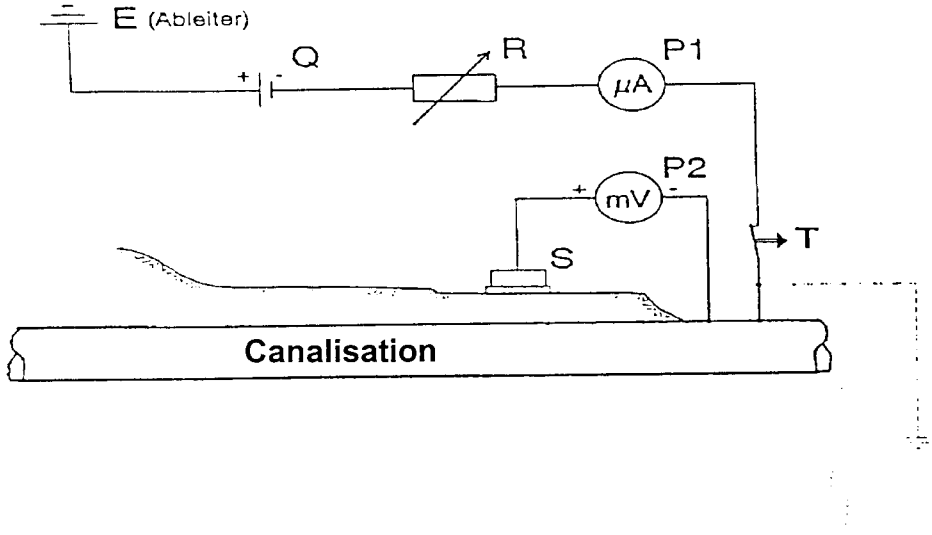
3. Données techniques

3.1	longueur	G (m) :			
3.2	diamètre extérieur	G (mm) :			
3.3	diamètre extérieur	CP (mm) :			
3.4	épaisseur nominale de la paroi	G (mm) :			
3.5	épaisseur nominale de la paroi	CP (mm) :			
3.6	matériau	G :	☐ acier	☐ béton	☐ autres
3.7	espace annulaire isolé		☐ oui	☐ non	☐ inconnu
3.8	type de revêtement	CP	☐ couche	☐ bitume	☐ PE
			☐ brai de houille		☐ autres
3.9	épaisseur de couche, revêt.	CP (mm) :			

4. Données de classification

4.1	année de la construction	:			
4.2	sous protection anticorr. cathod.	: ☐ oui, depuis			☐ non
4.3	mesurable	: ☐ oui			☐ non
4.4	contact métallique	: ☐ oui	☐ non		☐ inconnu
4.5	écarteur	: ☐ métal	☐ PE		
4.6	eau dans gaine	: ☐ oui	☐ non		☐ probablement
4.7	étanchement des bouts	: ☐ muré	☐ métall		☐ plastique
4.8	couverture (m)	:			
4.9	superstructure ultérieure >6 m	: ☐ non			
		☐ oui, calculé			
		☐ oui, non calculé			
4.10	Soudure de montage CP	: ☐ manchon			☐ soudure bout à bout
4.11	Influence protect. anticorr. cathod	: ☐ considérable			☐ peu élevé
4.12	influence par autres circonstances	: ☐ oui depuis	☐ non		☐ finie
4.13	influence sur des autres	: ☐ oui depuis	☐ non		☐ finie

ANNEXE 3



E.= Conduite de mise à la terre

Q = batterie

R = Résistance réglable

P1 = Ampèremètre

P2 = Voltmètre

S = Electrode de référence Cu/CuSo4

T = Interrupteur

Défaut artificiel
(coupon de mesure)

Annexe 4

DISPOSITIF DE MESURES ET REALISATION DES MESURES LORS D'UN ESSAI DE SOUTIRAGE

Lors de la mesure, aucune surface intérieure ou extérieure non revêtue ne doit entrer en contact avec le sol ou l'humidité (coupure des ponts électrolytiques en extrémité de gaine). Il faut donc nettoyer et sécher les extrémités de conduite sales et mouillées.

Avant de commencer l'essai de soutirage il faut mesurer le potentiel de corrosion libre de la conduite.

Il faut déterminer la surface de la conduite entourée d'électrolyte.

Il faut noter les données de la conduite (DN,PN, diamètre extérieur...) ainsi que le type du revêtement de la conduite.

Pour le dispositif de mesure, le pôle négatif d 'une source de tension continue (p.e. batterie) est raccordé à la conduite à mesurer, et le pôle positif est raccordé à un déversoir provisoire (p.e. prise de terre). Le déversoir de courant doit être placé à une distance d'environ 20 m de la conduite.

Le dispositif de mesure peut être monté aussi bien dans la fosse d'entrée ou dans celle de sortie de la conduite.

Les mesures de potentiel sont à réaliser aussi bien dans la fosse d'entrée que dans celle de sortie de la conduite.

Le potentiel à courant enclenché, mesuré par un voltmètre à haute impédance (résistance inférieur d'au moins 1 mégohm), doit être réglé sur –1500 à –2000mV.

Le courant de protection circulant ainsi doit être mesuré par un ampèremètre à basse impédance.

Une demande de courant protecteur de 5 A par m^2 de surface de la conduite entourée d'électrolyte ne doit pas être dépassée.

Pour mesurer le potentiel à courant déclenché, le courant protecteur est interrompu brièvement toutes les 3 minutes.

Si le potentiel à courant déclenché mesuré est plus négatif que le potentiel de protection cathodique de –850 mV (comparé à une électrode saturée de cuivre/sulfate de cuivre – $Cu/CuSO_4$), la mesure peut être terminée.

La conduite située dans la zone où elle traverse des voies de communication peut être raccordée au reste du système de canalisation.

Si le potentiel de protection n'est pas atteint, il faut régler le potentiel à courant enclenché sur environ –2000 à –3000 mV par une augmentation de courant. Courant protecteur et potentiel à courant déclenché sont mesurés encore une fois comme décrit ci-dessus.

Si on ne peut pas, malgré un courant augmenté, constater quelques temps après (30 min. au maximum) un potentiel à courant déclenché, un endommagement significatif du revêtement de la conduite est à supposer. Il faut éliminer l'endommagement et répéter l'essai de soutirage.

S'il n'y a que de petits défauts du revêtement de la conduite ou pas de défauts du tout, le courant protecteur est très faible (moins de 0,1 µA/m²) et on ne peut pas vérifier la polarisation ou bien pas de façon suffisante.

Pour contrôler ce résultat il est recommandé de créer un défaut artificiel (coupon de mesure) d'environ 1 cm², de raccorder celui-ci à la conduite et de répéter l'essai de soutirage.

Si on peut ainsi mesurer un courant d'alimentation plus important et si le potentiel à courant déclenché de la conduite avec le coupon de mesure atteint la valeur de –850 mV, il n'y a pas de défauts du tout ou seulement des défauts très petits dans le revêtement de la conduite.
Le revêtement de la conduite située dans la zone où elle traverse des voies de communication est en bon état.

La conduite située dans la zone où elle traverse des voies de communication peut être raccordée au reste du système de canalisation.

Il faut noter tous les résultats de mesure dans un protocole et confirmer les valeurs de mesure (modèle d'un protocole de mesure voir annexe 5).

Annexe 5

Modèle d'un protocole de mesure

pour des mesures dans conduites posées par fonçage ou par forage

Dénomination de la conduite	date : mesuré de	

diamètre nominal (DN)		revêtement de la conduite (p.e. PE)	
diamètre extérieur (mm) surface par m. de longueur (m²/m)		longueur dans l'électrolyte (m) surface dans l'électrolyte (m)	

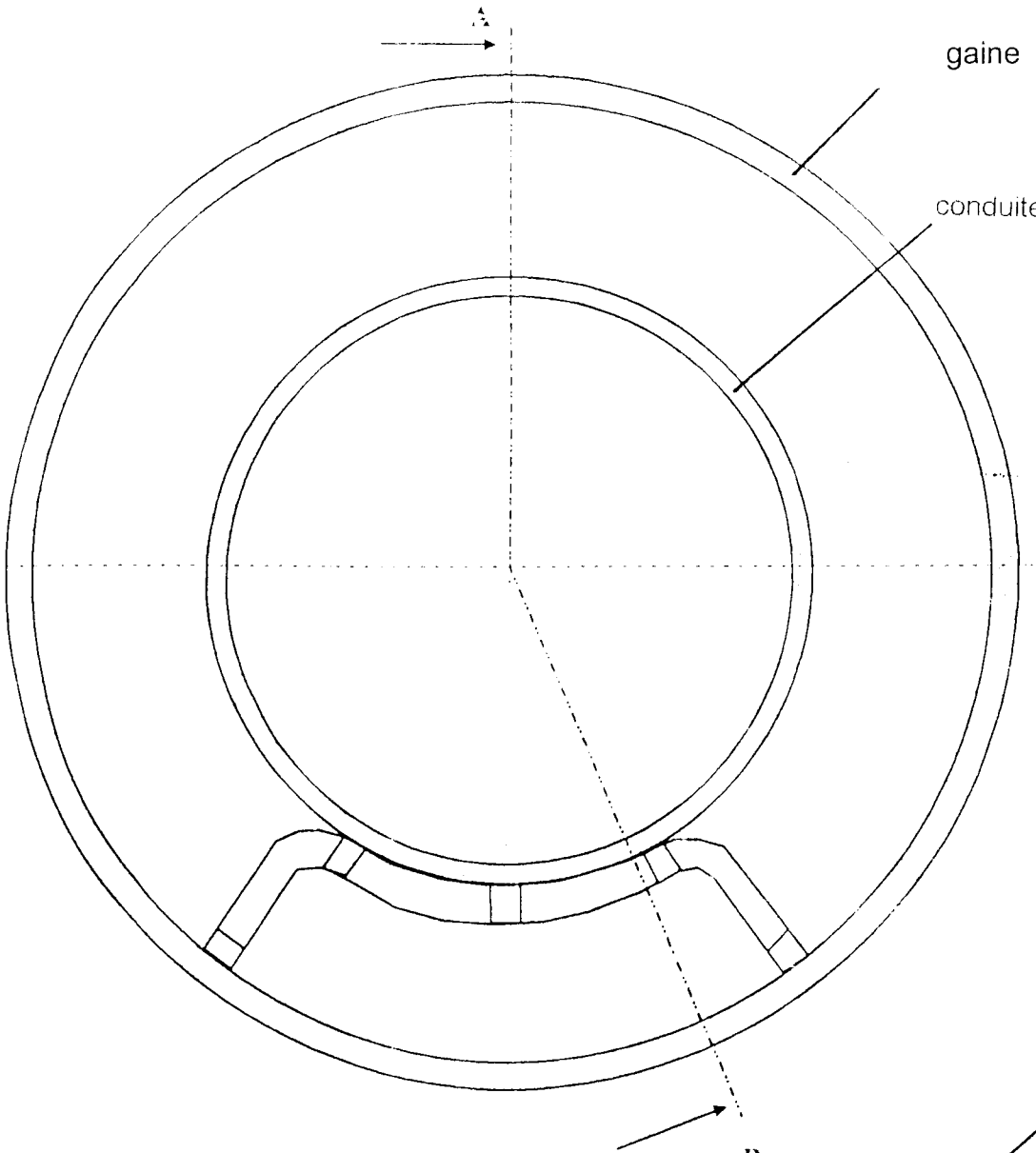
DUREE (en min.)	pot. encl. (mV)	pot. décl. (mV)	ΔU (mV)	I_S (µA)	R_A (kΩ)	I_S (µA/m²)	R_U (kΩ/m²)
3 min	1500						
6min	1500						
9 min	1500						
12 min	1500						
15 min	2000						
30 min	2000						
60 min							

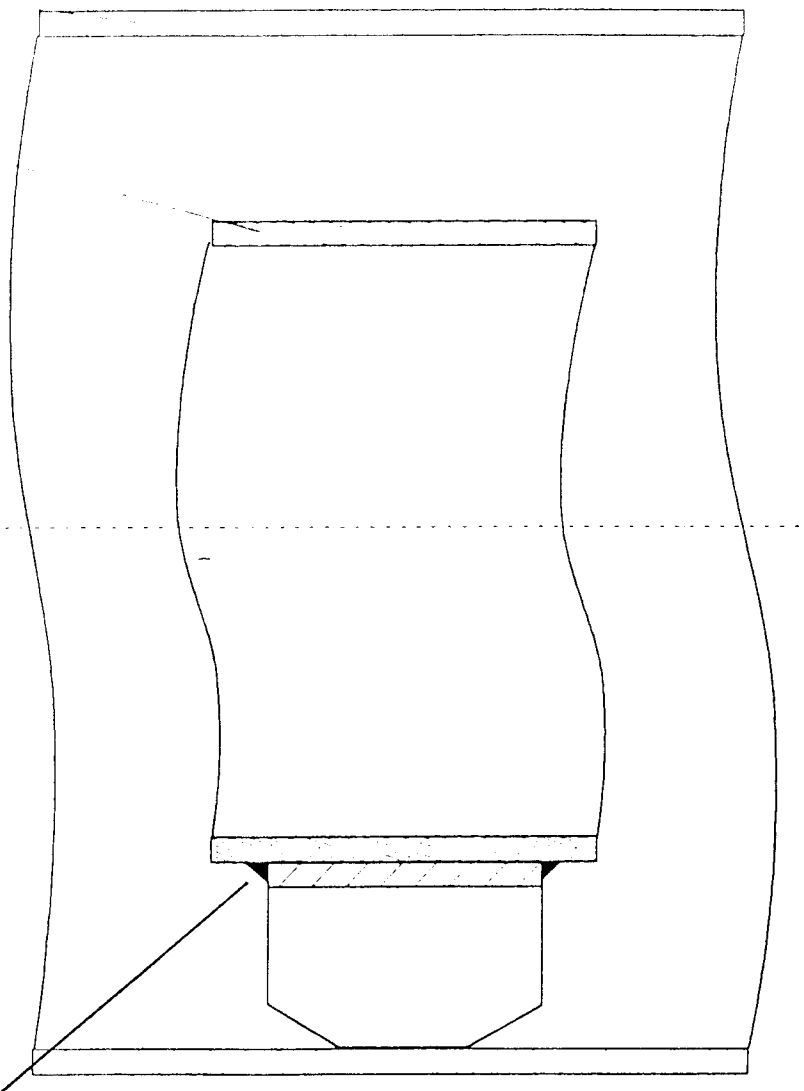
Potentiel de corrosion libre (mV)	forme du sol :
Remarque :	
signature du technicien de mesure :	
conduite traversante prête pour le raccordement	oui /non
date :	signature :

légende

ΔU :différence de pot. entre Uencl et U décl.
R_A : résistance totale ($\Delta U / I_S$)
R_U : résistance de revêtement par m²
Remarque : il s'agit d'une mesure instantanée. Comme la conduite traversante est enterrée, une estimation effective n'est possible qu'à la mesure de garantie

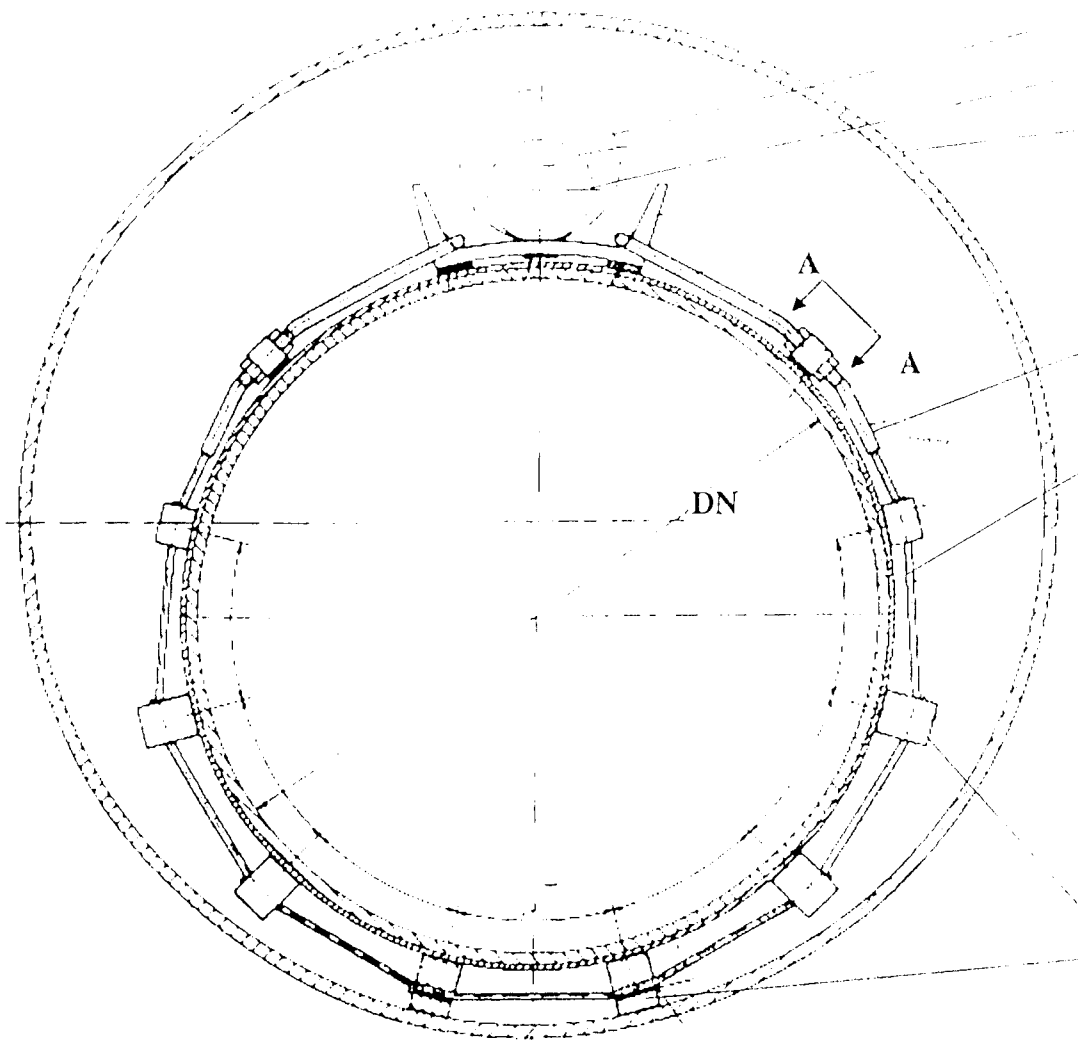
I_S : courant total
I_S : courant protecteur par m²
.





berceau en fer plat
soudé à la conduite

Dénomination de l'illustration	
dispositif de glissement de tubes pour conduite DN 150 dans gaine de DN 250	
Illustration de l'année	Numéro de l'illustration
1939	illustration 5



tube gaine pour câbles DN 80

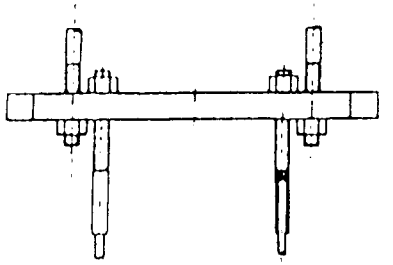
tube gaine pour câbles DN 50

gaine

vérin à vis

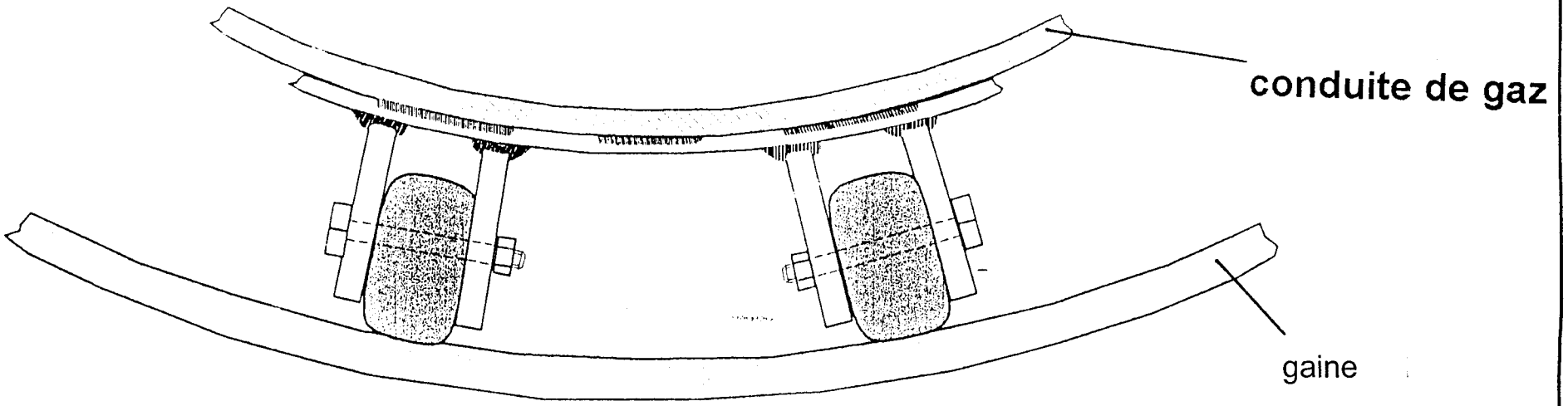
câbles métalliques

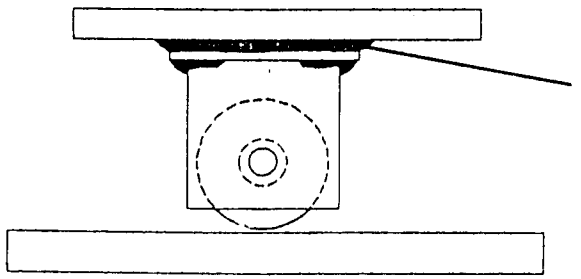
vue A -A
raccord



barre de bois dur ou de matériau fibreux (pertinax)

Dénomination de l'illustration	
écarteurs isolants pour conduite DN 200-800 avec gaine pour câbles	
Illustration de l'année	Numéro de l'illustration
1960	illustration 6

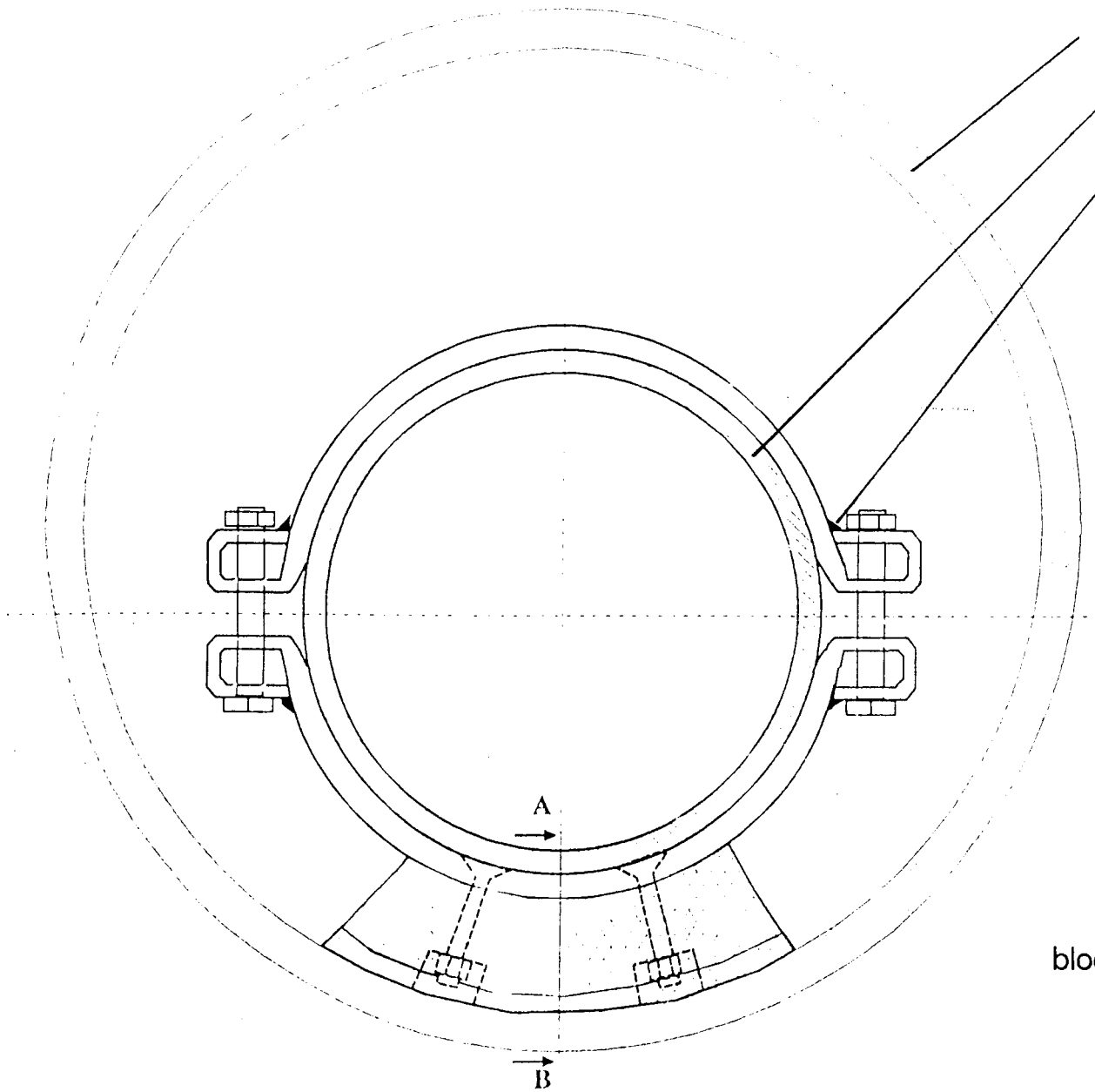




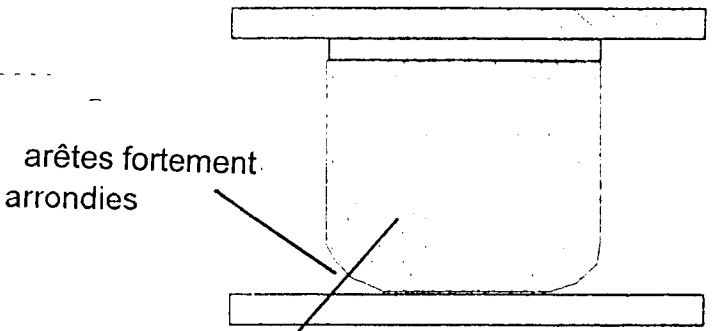
A l'extérieur les entretoises sont soudées

sur toute la longueur, à l'intérieur elle sont soudées en extrémité

Dénomination de l'illustration	
gaine avec chevalet à rouleau	
Illustration de l'année	Numéro de l'illustration
1939	illustration 1

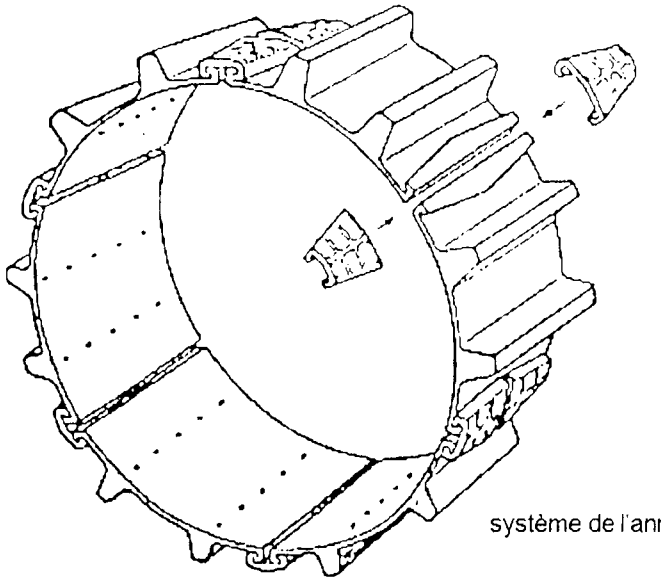


coupe A - B

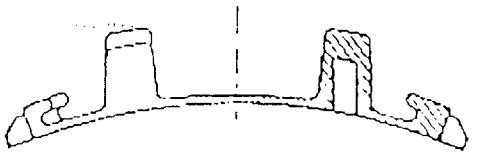


Dénomination de l'illustration	
dispositif de glissement pour conduite DN 200 dans gaine de DN 400	
Illustration de l'année	Numéro de l'illustration
1936	illustration 2

> DN 400

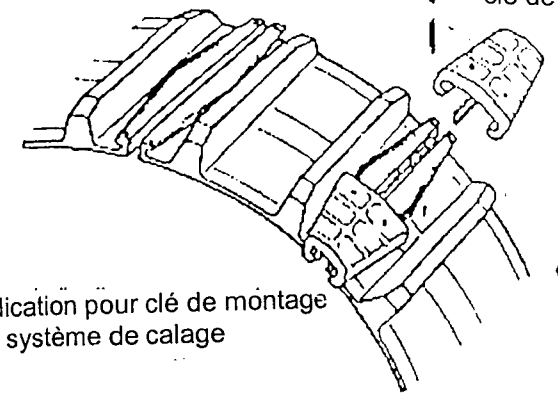


système de l'anneau

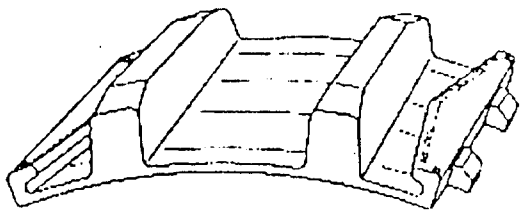


coupe

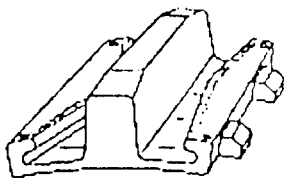
clé de montage



indication pour clé de montage
du système de calage

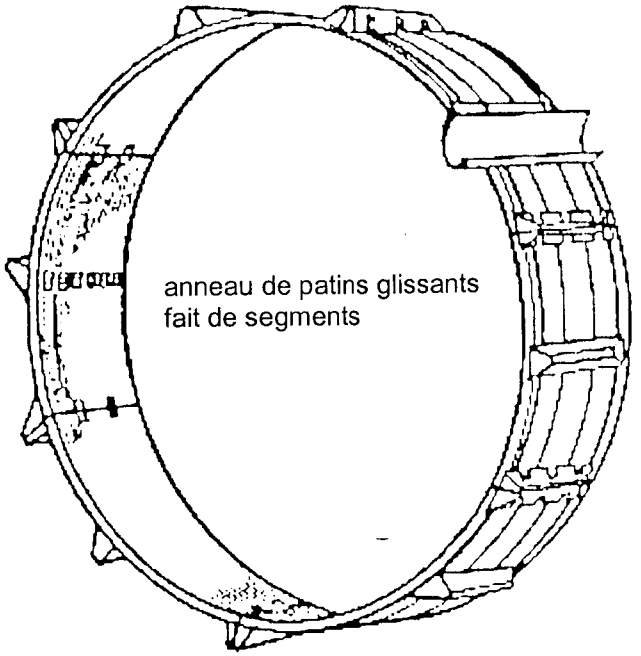


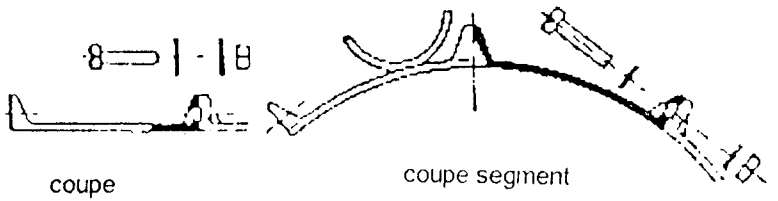
représentation graphique



coupe

Dénomination de l'illustration	
anneau de patins glissants fait de segments	
Illustration de l'année	Numéro de l'illustration
1980	illustration 4





coupe

coupe segment

Dénomination de l'illustration	
anneau de patins glissants fait de segments	
Illustration de l'année	Numéro de l'illustration
1975	illustration 3